

Schlüsseltechnologien der Elektromobilität (STROM)

Begleitforschung zu Technologien und Perspektiven der Elektromobilität

Technologie-Monitoring und Experteninterviews Leistungselektronik

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Institut für Fahrzeugkonzepte

Dipl.-Kfm. (t.o.) Benjamin Frieske

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Wissen für Morgen



STROM – Begleitforschung

DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

- **Institut für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart**
 - Technologie-Monitoring
 - Trendanalyse und Technologiebewertung
 - Simulation und Fahrzeug-Szenarien
- **Institut für Verkehrsforschung, Berlin**
 - Trendanalyse Verkehr
 - Nutzungsverhalten und Szenarien Elektromobilität

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

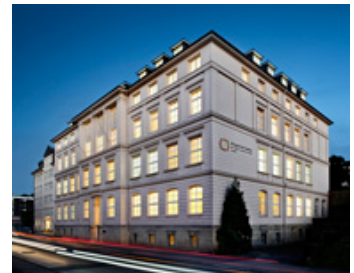
- Materialintensitätsanalyse
- Regionalstudien



DLR Institut für Fahrzeugkonzepte



DLR Institut für Verkehrsforschung



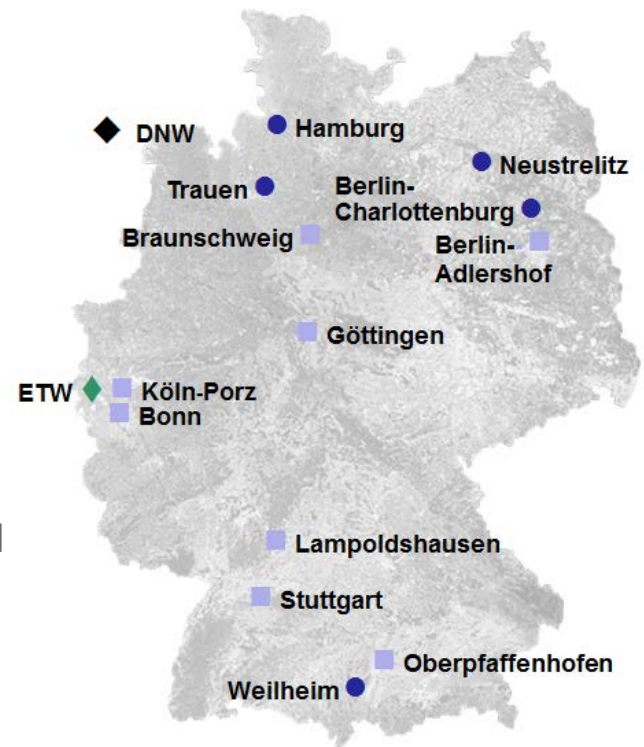
Wuppertal Institut



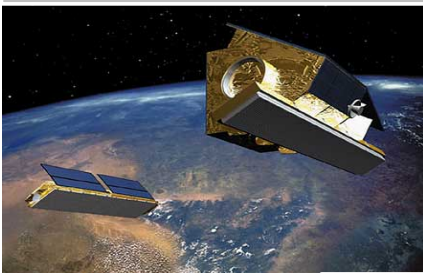
DLR – Im Überblick

- Größte europäische Forschungseinrichtung für Luft-Raumfahrt
- Raumfahrt-Agentur
- Projektträger

Ca. 7.000 Mitarbeiter arbeiten in 33 Forschungsinstituten und Einrichtungen an 9 Standorten und 7 Außenstellen.
Außenbüros in Brüssel, Paris und Washington



RAUMFAHRT



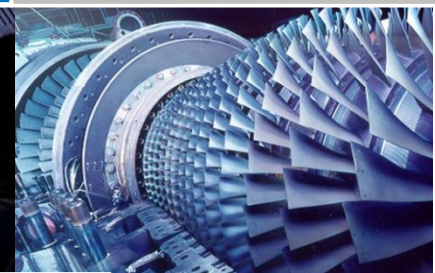
LUFTFAHRT



VERKEHR



ENERGIE



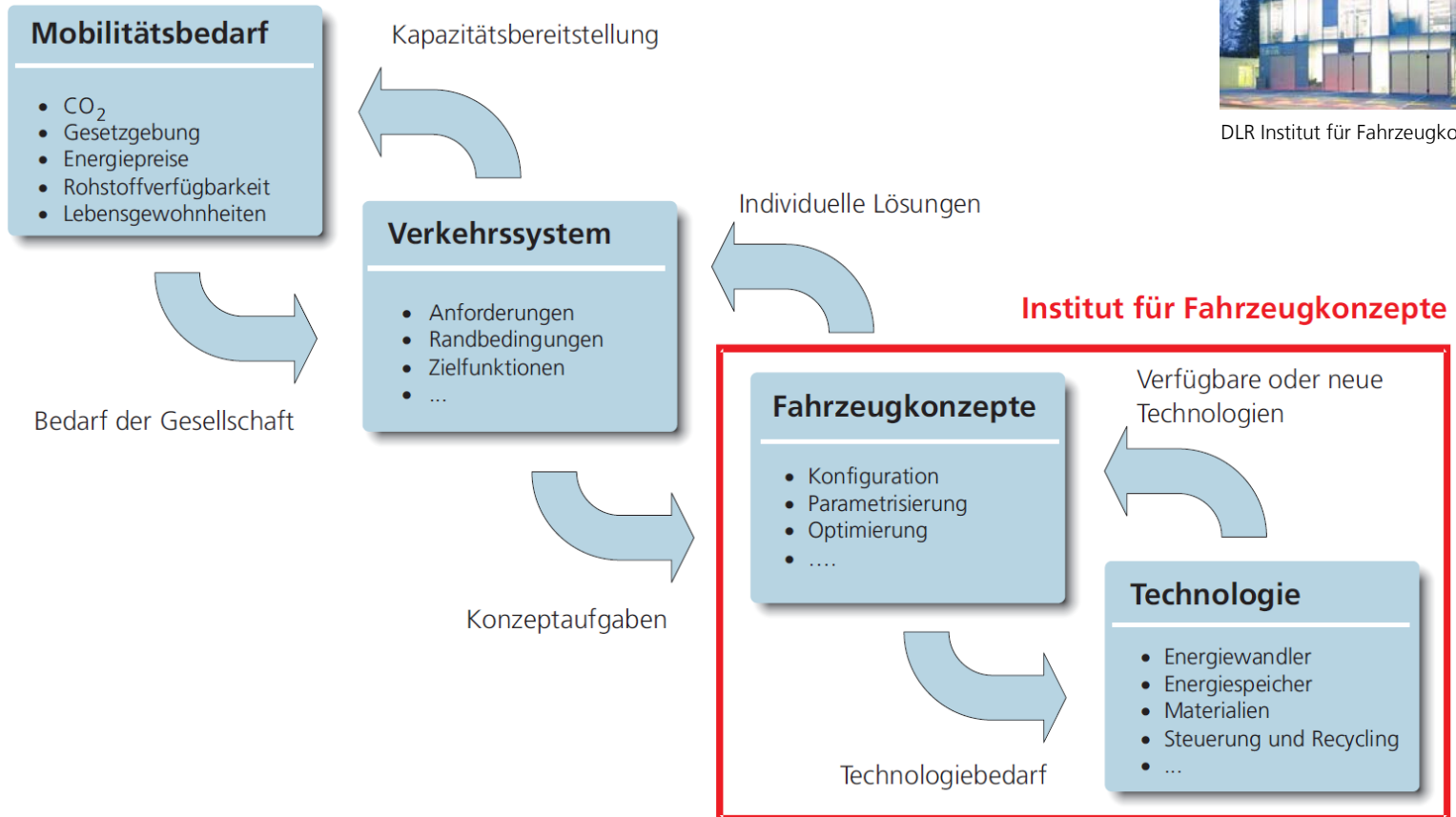
SICHERHEIT



DLR – Institut für Fahrzeugkonzepte



DLR Institut für Fahrzeugkonzepte



DLR – Institut für Fahrzeugkonzepte



DLR Institut für Fahrzeugkonzepte



**System- und Konzept-Forschung
für Straßen- und Schienenfahrzeuge**

+

**Leading-Edge-Forschung in
ausgewählten Technologien**



**Forschung für eine sichere, nachhaltige und
wirtschaftliche Mobilität der Zukunft**



STROM – Rahmen des BMBF-Förderprogramms

- **Volumen:** ca. 160 Mio. €
- **Anzahl der geförderten Projekte:** 19
- **Bereiche:** Gesamtsystem, Energie- & Thermomanagement, Antriebssystem
- **Auftraggeber:** BMBF (Referat 523)
- **Zeitraum:** Okt. 2011 - Sep. 2014



PORSCHE



U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T



BOSCH



RWTH AACHEN
UNIVERSITY



Heraeus



DAIMLER

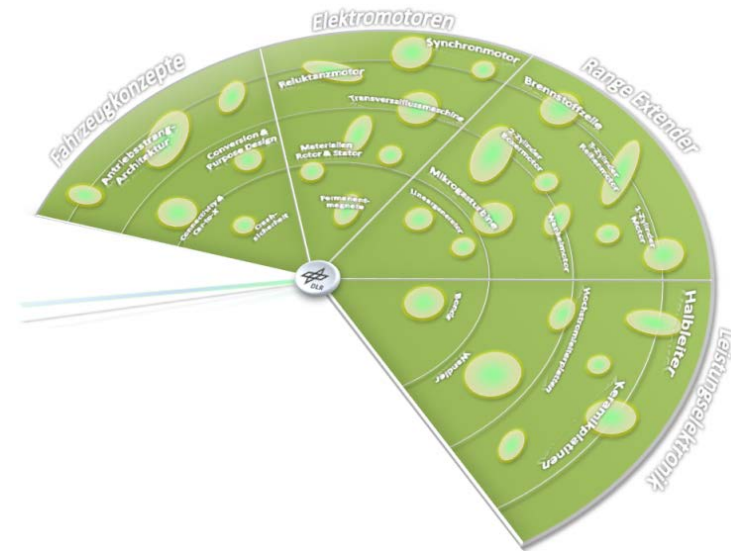


* Auszug beteiligter Unternehmen am STROM Programm



STROM – Technologie-Monitoring

Untersuchungsgegenstand



- **Fahrzeugkonzepte**

z.B. Hybrid-Antriebsarchitekturen

- **Elektromotoren**

z.B. Substitution Permanentmagnete

- **Leistungselektronik**

z.B. Halbleitermaterialien (SiC & GaN), Aufbau- und Verbindungstechnik

- **Leichtbau**

z.B. Bauweisen und Materialien (Stahl, Aluminium, Magnesium, Kunststoff, CFK)

- **Thermomanagement**

z.B. Wasserkühlung

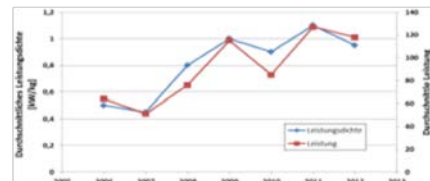
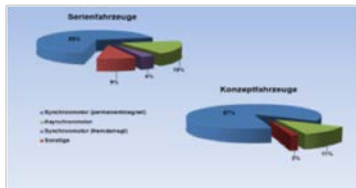
- **Batterie**



STROM – Methodik der Begleitforschung

Technologie-Monitoring

- Experteninterviews (national & international)
- Publikationsanalysen
- Patentanalysen
- Fahrzeugkonzept-Datenbank
- Regionalstudien
- Workshops
- Simulation
- Fahrzeug-Szenarien (*VECTOR21*)



Quelle: dlr, sip, cgk



STROM – Forschungsfragen der Begleitforschung



- Welche **Trends** zeichnen sich bei Schlüsseltechnologien der Elektromobilität und elektrifizierten Fahrzeugkonzepten ab?
- Welche **Forschungsschwerpunkte** und **Förderaktivitäten** gibt es in anderen Weltregionen?
- Welchen **Stand hat die Technologieentwicklung** im nationalen und internationalen Vergleich?

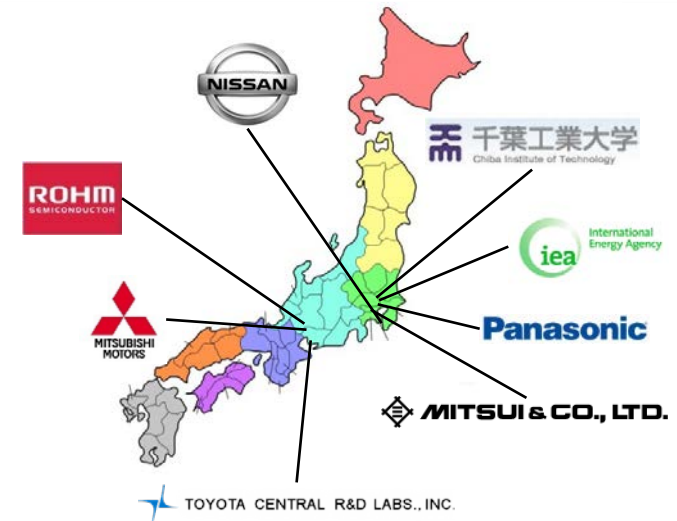
- **5 Weltregionen** (Europa, USA, China, Japan, Indien)
- **5 Technologiefelder** (Fahrzeugkonzepte, Elektromotoren, Leistungselektronik, Leichtbau, Thermomanagement, *Batterie*)
- **Elektrifizierte PKW** (Hybridfahrzeuge, Batteriefahrzeuge, Konzept-, Prototypen- & Serienfahrzeuge)
- **Zeitraum: ca. 10 Jahre** (Entwicklungen ab 2001)



STROM – Forschungsreise Japan

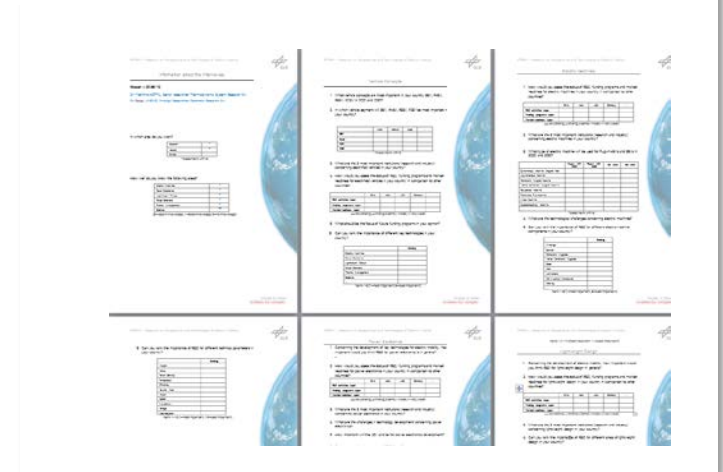
Gesprächspartner in Japan (Auszug):

- Toyota Central R&D
- Mitsubishi Motors
- Nissan Motor Company
- Panasonic Corporation
- Rohm Co., Ltd.
- Chiba Institute of Technology



Fokus der Interviews auf 4 Bereiche:

- Politischer Rahmen und Strategien
- Schwerpunkte F&E
- Wirtschaft und Industrie
- Marktstruktur Verbraucher



STROM – Experteninterviews Japan

Stand der Forschung und Einschätzung der technologischen Position

“...Japan has a **leading position** in research for power electronics...”

“...Main goal is to achieve **high-integration** and **efficiency increase**...”

“...focus on **semiconductor technologies**...”

“...SiC is the enabler of high-integration...”

Einschätzung der rel. Position Japans bei F&E, Förderprogrammen und Marktfähigkeit:

	China	India	USA	Germany
R&D activities Japan vs.	++	++	o	o
Funding programs Japan vs.	na	na	na	-
Market readiness Japan vs.	++	++	+	+

++ Very strong; + Strong; o Same; - Weak; -- Very weak

Quelle: DLR (2014)



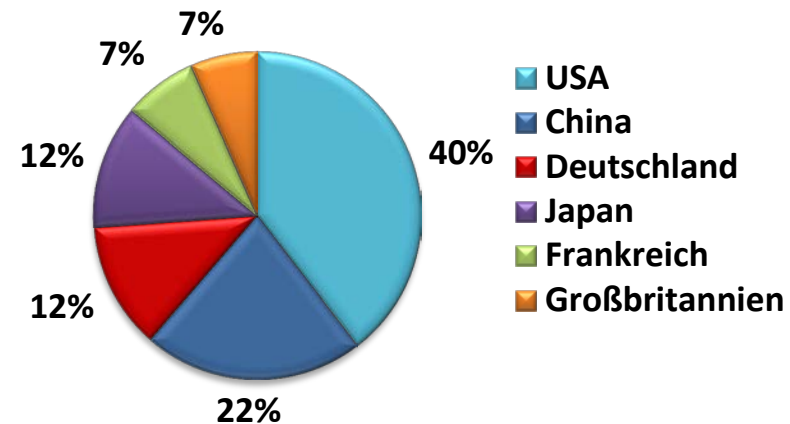
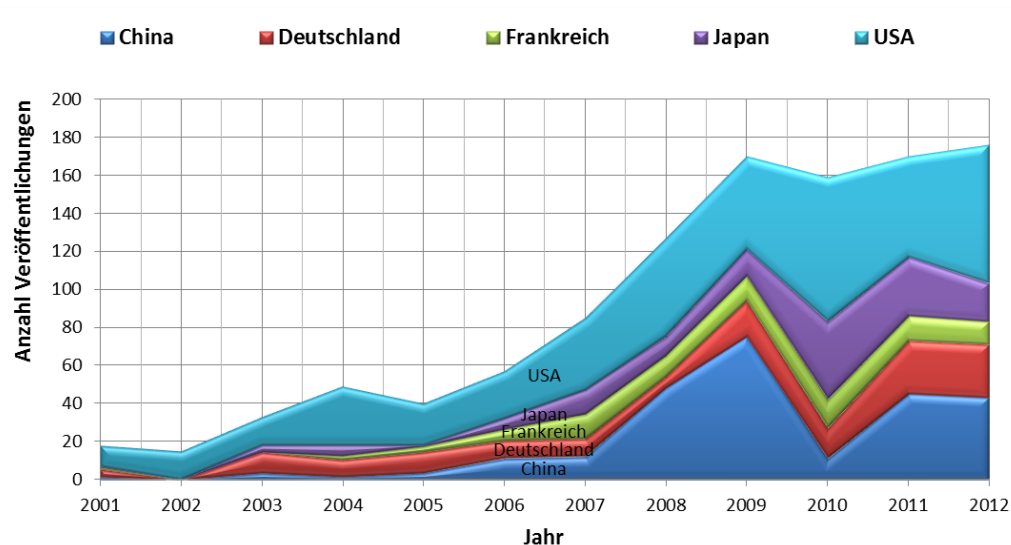
STROM – Experteninterviews Japan

Stand der Forschung und Einschätzung der technologischen Position

“...Japan leading in **SiC devices** (xFET),
second is USA (*Cree*), then Germany
with *Infineon* (Schottky)...”

“...China and India are competitors in
production, but not on development...”

Publikationsanalyse im Bereich „Leistungselektronik im Antriebsstrang“:



Quelle: DLR (2014)

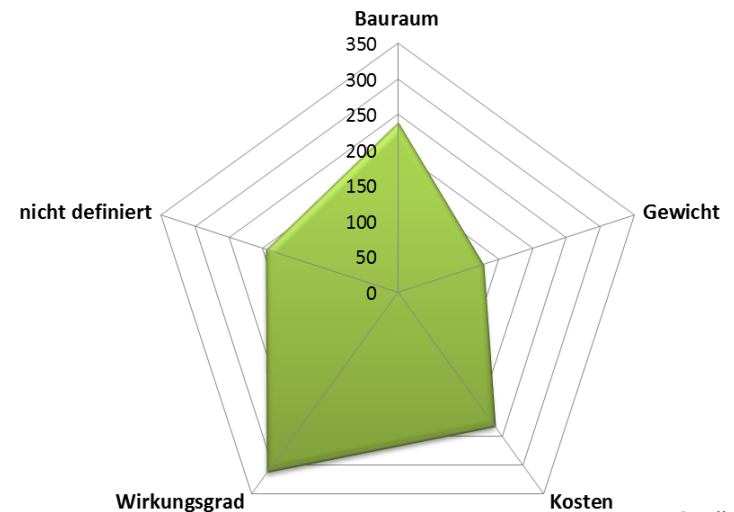
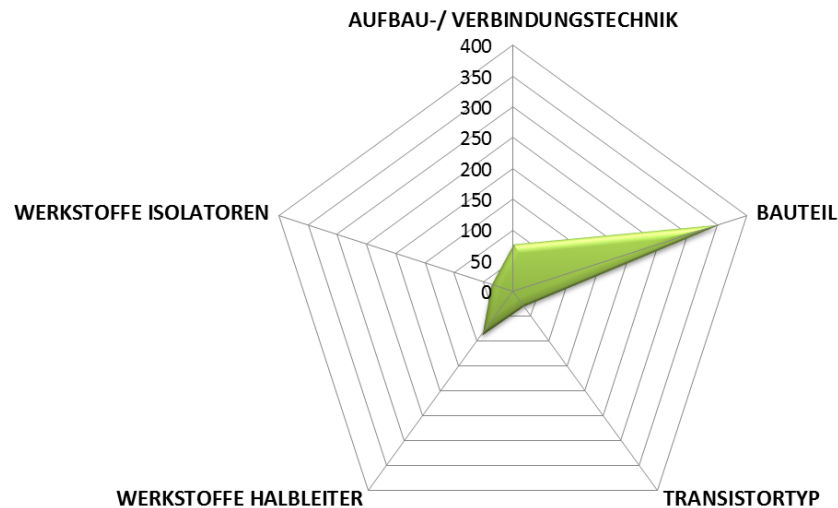
STROM – Experteninterviews Japan

Stand der Forschung und Einschätzung der technologischen Position

“...Japan leading in **SiC devices** (xFET),
second is USA (*Cree*), then Germany
with *Infineon* (Schottky)...”

“...China and India are competitors in
production, but not on development...”

Publikationsanalyse im Bereich „Leistungselektronik im Antriebsstrang“:

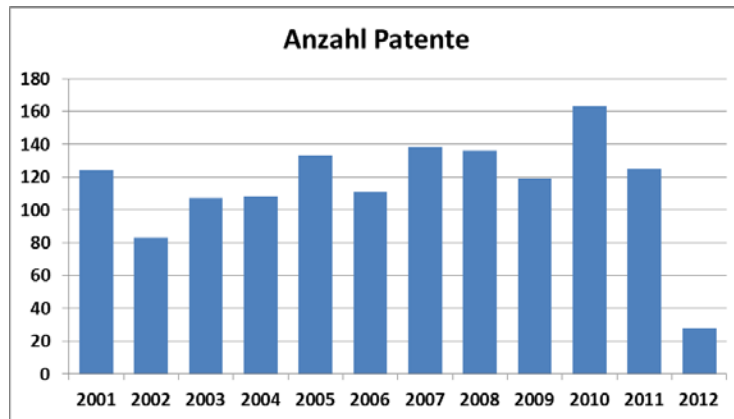


Quelle: DLR (2014)

STROM – Experteninterviews Japan

Stand der Forschung und Einschätzung der technologischen Position

Patentanalyse im Bereich „Halbleiter und SiC“:



Rank	Institution	Patents
1	DENSO	177
2	SUMITOMO ELECTRIC IND	167
3	MITSUBISHI DENKI	122
4	NISSAN MOTOR	95
5	MATSUSHITA ELECTRIC IND	89
6	TOSHIBA	70
7	CREE	66
8	PANASONIC	44
9	HITACHI	41
10	TOYOTA MOTOR	37
11	FUJI ELECTRIC	33
12	SIEMENS	29
...
17	INFINEON TECH	21
18	INTL BUSINESS MACHINES	20

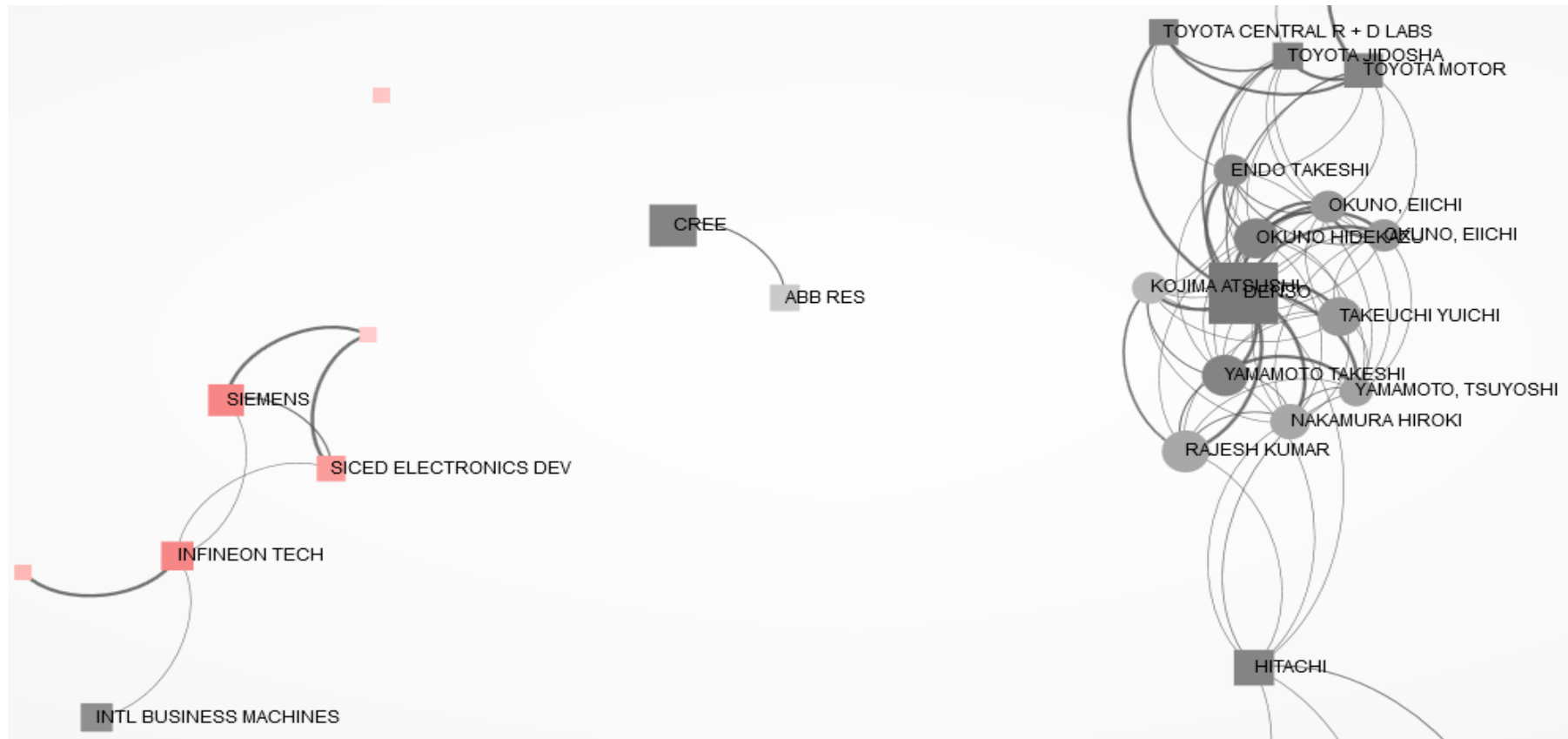


Quelle: DLR (2014)

STROM – Experteninterviews Japan

Stand der Forschung und Einschätzung der technologischen Position

Patentlandschaft im Bereich „Halbleiter – SiC“



STROM – Experteninterviews Japan

Schwerpunkte in der Technologieentwicklung und Technologietrends

“...SiC can handle higher frequencies to be smaller and more efficient. **Important for externally excited motors** – permanently excited motors could use existing PE...”

“...**Cooling should not be necessary anymore...**”

“...The **temperature limit** is up to 300-400°C, you don't need more. Limiting factor is the electric machine....”

“...We consider SiC devices in a **large scale mass production** for HEVs and BEVs in **2016....**”

“...SiC will be **mass market in 2030...**”

“...**Direct Bonding** has big potential for the future, **reliability** is most important...”

“...Most promising in substituting bond wires for us is the **copper- to copper** technology...”



STROM – Ergebnisse Forschungsreise Japan

Fazit und Thesen zur Diskussion

- **Elektromobilität wichtiger Treiber in der Leistungselektronik-Entwicklung**
- **Geringe Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie in Japan, Deutsches Forschungs- und Fördersystem wird als vorbildlich gesehen**
- **Technologieentwicklung in der Regel nicht Fahrzeug-spezifisch**
- **Neue Halbleitermaterialien ermöglichen Hoch-Integration und deutliche Vorteile beim Thermomanagement**
- **SiC wird Zukunft der Leistungselektronik prägen, Massenmarkt zw. 2016 und 2030**
- **Board-Netz-Spannungen bis 1000V denkbar**



STROM – Ansprechpartner

■ DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Fahrzeugkonzepte

- Benjamin Frieske Benjamin.Frieske@dlr.de / Tel: +49 (0)711 6862 623
- Matthias Klötzke Matthias.Kloetzke@dlr.de / Tel: +49 (0)711 6862 8092

Institut für Verkehrsforschung

- Danny Kreyenberg Danny.Kreyenberg@dlr.de / Tel: +49 (0)30 67055 7936

■ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt & Energie GmbH

Materialintensitätsanalysen, Regionalstudien

- Dr. Claus Barthel Claus.Barthel@wupperinst.org / Tel: +49 (0)202 2492 166
- Ole Soukup Ole.Soukup@wupperinst.org / Tel: +49 (0)202 2492 285





**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Fahrzeugkonzepte



Wissen für Morgen

